

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.383.92

ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А.О. ЗЕНЕВИЧ

*Высший государственный колледж связи
Ф. Скорины, 8/2, Минск, 220114, Беларусь**Поступила в редакцию 3 ноября 2014*

Предложена волоконно-оптическая система связи для передачи данных в чрезвычайных ситуациях. Показано, что с целью повышения живучести таких систем необходимо использовать для передачи данных оптическое излучение с длиной волны 850 нм, счетчик фотонов и асинхронный способ передачи данных.

Ключевые слова: макроизгиб, волоконно-оптическая линия связи, чрезвычайная ситуация, счетчик фотонов.

Введение

В настоящее время в кабельных сетях связи используются волоконно-оптические линии (ВОЛС). Значительное увеличение числа волоконно-оптических линий связано с тем, что они позволяют осуществлять трансляцию данных с достаточно большой скоростью. Однако современные ВОЛС достаточно чувствительны к высоким механическим нагрузкам. Такие механические нагрузки могут появиться в результате чрезвычайной ситуации, возникающей в результате аварии, катастрофы, стихийного или экологического бедствия, а также при преднамеренном воздействии на ВОЛС. Последствия этих нагрузок могут привести к частичной или полной потере работоспособности системы связи. Потеря связи может привести к гибели людей или невозможности выполнения техникой или людьми поставленных перед ними задач. Поэтому требуется обеспечить надежность и живучесть ВОЛС на участках, длина которых не превышает расстояния между ретрансляционными участками. В связи с этим целью данной работы являлось повышение надежности и живучести, используемых волоконно-оптических линий к механическим воздействиям за счет использования счетчиков фотонов и асинхронного способа передачи данных.

Описание экспериментальной установки

В качестве объектов исследования использовались серийно выпускаемое оптическое одномодовое волокно КСО КСЦЗПБ-1×8Е-7,0, а также кремневые лавинные фотодиоды ФД-115Л и со структурой n^+p-p^+ .

Структурная схема экспериментальной установки представлена рис. 1. Принцип работы этой установки следующий. Источник оптического излучения И1 с длиной волны λ_1 используется для передачи данных. Рефлектометр тестирует оптическое волокно ОВ на наличие механических дефектов оптическими импульсами с длиной волны λ_2 . Оптический смеситель СМ смешивает оптические излучения с длинами волн λ_1 и λ_2 и направляет их в оптическое волокно ОВ. С выхода оптического волокна излучение подается на монохроматор М. Монохроматор используется для того, чтобы отделить оптическое излучение

с длиной волны λ_1 от излучения с длиной волны λ_2 . В результате чего только излучение с длиной волны λ_1 проходит через монохроматор и подается на его выход 1. С выхода 1 оптическое излучение поступает на фотоприемное устройство Φ . Устройство Φ используется для регистрации оптического излучения с длиной волны λ_1 .

При увеличении коэффициента затухания оптического излучения в волокне $ОВ$ до такого значения, при котором устройство Φ не может зарегистрировать излучение, от рефлектометра P поступает управляющий сигнал к источнику оптического излучения $И$. В результате чего источник $И$ переключается на передачу данных по асинхронному способу, описанному в работе [1]. В этом случае с управляющего выхода устройства Φ на монохроматор M поступает сигнал, который изменяет направление поступления оптического излучения с выхода 1 устройства Φ на выход 2. Оптическое излучение с выхода 2 подается на счетчик фотонов $СФ$. Счетчик фотонов используется в качестве приемника оптической информации, передаваемой от источника $И$ с использованием асинхронного способа передачи данных.

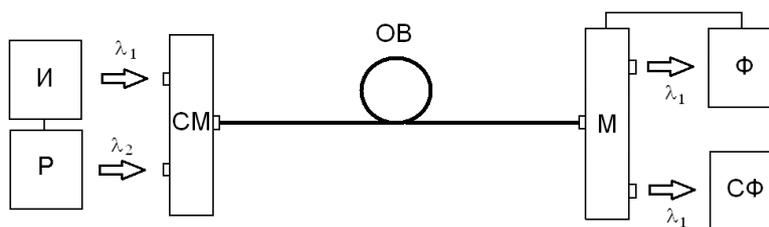


Рис. 1 Структурная схема экспериментальной установки: $И$ – источники оптического излучения (лазер), $СМ$ – оптический смеситель, $ОВ$ – оптическое волокно, M – монохроматор, $СФ$ – счетчик фотонов, P – рефлектометр, Φ – фотоприемное устройство

При помощи цилиндров различных диаметров D формировались макроизгибы оптического волокна. Рефлектометр оценивал затухания волокна $ОВ$ с наличием макроизгиба и без него. Длины волн оптического излучения λ_1 и λ_2 изменялись в процессе проведения исследований и принимали значения 1625, 1550, 1450, 1350 и 850 нм. Мощность оптического излучения источника $И$ в процессе измерений регулировалась и выбиралась такой, при которой счетчик фотонов мог зарегистрировать поступающее на него оптическое излучение.

Общая длина волокна составляла $L = 398$ м, микроизгиб формировался на расстоянии $l = 198$ м от источника оптического излучения. В процессе проведения эксперимента расстояние l не изменялось.

Для поддержания постоянной рабочей температуры фотоприемника счетчика фотонов использовался термоэлектрический холодильник с максимальной температурой охлаждения 263 К. Исследования выполнены при температурах фотоприемника 300 и 263 К.

Экспериментальные результаты

Для оценки влияния макроизгиба оптического волокна на скорость передачи информации используется коэффициент $K = C/C_0$, где C_0 и C – скорости передачи информации по оптическому волокну в отсутствии и при наличии макроизгиба. На рис. 2 представлена зависимость коэффициента K от диаметра макроизгиба.

Отметим, что при проведении измерений мощность источника оптического излучения для каждой длины волны λ_1 подбиралась такой, чтобы скорость передачи данных для всех длин волн оставалась одинаковой. Из полученных зависимостей следует, что с уменьшением диаметра D уменьшается скорость передачи данных. Такая зависимость наиболее сильно проявляется для длины волны 1625 нм, а наиболее слабо – для длины волны 850 нм. Так для диаметра макроизгиба $D \leq 13$ мм скорость передачи информации для длины волны 1625 нм становилась равной нулю. Для длины волны 850 нм это наблюдалось для $D \leq 3$ мм. Поэтому в условиях механических воздействий на оптическое волокно, приводящих к появлению макроизгибов, целесообразно использовать длину волны 850 нм.

При диаметрах макроизгиба $D \leq 3$ мм затухание излучения в оптическом волокне для

длины волны 850 нм становится настолько большим, что для мощности источника оптического излучения 1 мВт фотоприемное устройство Ф нечувствительно к падающему на него излучению.

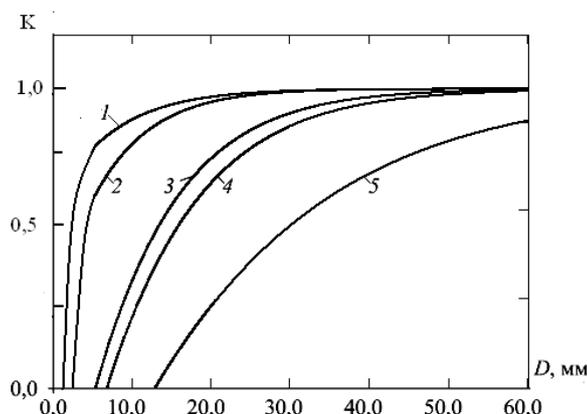


Рис. 2 Зависимость коэффициента K от диаметра макроизгиба: 1 – длина волны оптического излучения $\lambda_1=850$ нм; 2 – $\lambda_1=1310$ нм; 3 – $\lambda_1=1490$ нм; 4 – $\lambda_1=1550$ нм; 5 – $\lambda_1=1625$ нм

Если невозможно увеличить мощность источника оптического излучения, то необходимо повысить чувствительность фотоприемного устройства. Это можно обеспечить за счет использования счетчика фотонов СФ [2]. Применение режима счета фотонов позволит повысить пороговую чувствительность фотоприемного устройства в 100 и более раз.

При использовании счетчика фотонов в качестве фотоприемного устройства для приема информации передаваемой по оптическому волокну необходимо применять асинхронный способ передачи данных [1]. Асинхронный способ передачи данных не требует передачи оптических импульсов синхронизации работы источника и приемника информации. При появлении макроизгибов оптическое излучение синхроимпульсов подвержено сильному затуханию, также как и излучение, используемое для передачи данных. Это увеличивает вероятность ошибки регистрации синхроимпульсов и приводит к уменьшению скорости передачи информации по сравнению с асинхронным способом передачи данных.

В таблице представлены для сравнения характеристики счетчиков фотонов на основе лавинных фотоприемников, при регистрации оптического излучения с длиной волны 850 нм. Для определения скорости передачи информации при асинхронном способе передачи данных использовалась методика, описанная в работе [1]. Как следует из таблицы наибольшую скорость передачи данных позволяют обеспечить лавинные фотоприемники со структурой n^+p-p^+ при температуре 263 К.

Характеристики лавинных фотоприемников в режиме счета фотонов

Тип лавинного фотоприемника	Лавинный фотодиод ФД – 115Л		Лавинный фотоприемник со структурой n^+p-p^+	
	300	263	300	263
Рабочая температура, К	300	263	300	263
Квантовая эффективность регистрации, %	3	10	2	12
Скорость счета темновых импульсов, 10^4 с^{-1}	1,00	0,90	0,80	0,07
Длительность мертвого времени, мкс	1,0	1,0	1,0	1,0
Средняя длительность бита (символа), мкс	8	3	12	2
Скорость передачи информации, Кбит/с	50	130	30	190
Диаметр макроизгиба оптического волокна, мм	3			

Заключение

На основании проделанных исследований можно сделать вывод, что повысить надежность и живучесть волоконно-оптической линии к механическим воздействиям, формирующим макроизгибы, можно за счет использования для передачи данных оптического излучения с длиной волны 850 нм, в качестве приемника оптического излучения счетчика фотонов и асинхронного способа передачи данных.

При этом наибольшую скорость передачи данных для макроизгибов с диаметром $D \leq 3$ мм удастся обеспечить при использовании счетчика фотонов на основе лавинного фотоприемника со структурой $n^+p\text{-}\pi\text{-}p^+$ при температуре 263 К и длине волны оптического излучения 850 нм. Такая скорость передачи может быть использована для трансляции по волоконно-оптической линии связи речи и передачи данных.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Т13-018).

IMPROVEMENT OF SURVIVABILITY OF FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEM USED FOR DATA TRANSMISSION IN EMERGENCIES

A.O. ZENEVICH

Abstract

Fiber optic communication system used for data transmission in emergencies has been suggested. It has been shown in this paper that for increasing survivability of such systems, optical radiation with a wavelength of 850 nm, photon counter and asynchronous data transfer mode are to be used.

Список литературы

1. Гулаков И.Р., Зеневич А.О., Тимофеев А.М. // Приборы и методы измерений. 2013. № 2 (7). С. 80–87.
2. Гулаков И.Р., Холондырев С.В. Метод счета фотонов в оптико-физических измерениях. Минск, 1989.